

Д. М. Брагин, Ю. И. Рахимова

Самарский государственный технический университет, г. Самара

[Volk.bragindima@yandex.ru](mailto:Volk.bragindima@yandex.ru)

## ЗАВИСИМОСТЬ ТОЛЩИНЫ НЕЭФФЕКТИВНОЙ ИЗОЛЯЦИИ ОТ КРИТИЧЕСКОГО ДИАМЕТРА ИЗОЛЯЦИИ И ДИАМЕТРА ТРУБЫ

*В работе рассмотрена зависимость толщины изоляции от диаметра трубопровода в аналитическом виде. Приведена аналитическая зависимость толщины неэффективной изоляции от критического диаметра изоляции.*

Ключевые слова: толщина изоляции, коэффициент теплоотдачи, коэффициент теплопроводности, коэффициент теплопередачи, диаметр трубы

D. M. Bragin, Ju. I. Rakhimova

Samara State Technical University, Samara

## THICKNESS DEPENDENCE OF NON-EFFECTIVE INSULATION ON CRITICAL INSULATION DIAMETER AND PIPE DIAMETER

*The paper considers the dependence of the insulation thickness on the diameter of the pipeline in an analytical form. An analytical dependence of the thickness of ineffective insulation on the critical diameter of the insulation is given.*

Key words: insulation thickness, heat transfer coefficient, heat conductivity coefficient, heat transfer coefficient, pipe diameter

В связи с повышением цен на природный газ [1], почти в 1,83 раза за последние 10 лет, актуализируется проблема повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов.

Одним из основных источников потерь теплоты являются потери при ее транспортировке [2], следовательно, встает вопрос о

необходимости проведения мероприятий, направленных на снижение этих потерь. Одним из таких мероприятий является нанесение теплоизоляционных материалов на трубопровод. Однако, в некоторых случаях, оно может привести к увеличению тепловых потерь. Это происходит при условии использования некачественного, устаревшего, влажного теплоизоляционного материала с большим коэффициентом теплопроводности при использовании его в трубопроводах небольшого диаметра (до 50 мм). Одним из самых дешёвых и хорошо проводящих теплоту материалов является минеральная вата. Ее номинальная теплопроводность колеблется в пределах  $\lambda = 0,040 \dots 0,055 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$  [3]. При неправильном хранении ее номинальные свойства могут ухудшиться.

Одной из сложностей при нанесении теплоизоляционных материалов является определение толщины неэффективной изоляции. Определить критический диаметр изоляции не составляет особого труда, но в практическом применении важнее толщина неэффективной изоляции, при использовании которой тепловые потери не изменятся и будут равны тепловым потерям от трубы без изоляции. Критический диаметр находится из формулы:

$$d_{\text{кр}} = \frac{2\lambda}{\alpha_2}, \quad (1)$$

где  $d_{\text{кр}}$  – критический диаметр изоляции, м;  $\lambda$  – теплопроводность теплоизоляционного материала,  $\frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$ ;  $\alpha_2$  – коэффициент теплоотдачи,  $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot\text{К}}$ .

Нами был выполнен расчет для использования получившейся зависимости при нахождении толщины изоляции стальной трубы.

Исходными данными были:

- трубы стальные малого диаметра [4];
- температура воды в трубопроводе 90, 100, 110 и 120 °С;
- теплопроводность стальных труб  $74 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$  [5];
- теплопроводность минеральной ваты  $0,05 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$  [3];
- температура окружающего воздуха 1 °С.

Результаты расчета приведены в таблице.

Зависимость толщины изоляции от диаметра трубопровода в аналитическом виде будет выглядеть следующим образом:

$$\delta_{из} = 5 \cdot 10^{-7} d_n^4 - 9 \cdot 10^{-5} d_n^3 + 6,2 \cdot 10^{-3} d_n^2 - 0,17 d_n + 6,4, \quad (2)$$

где  $\delta_{из}$  — толщина изоляции, мм;  $d_n$  — внешний диаметр трубопровода, мм.

Значения толщины изоляций и критический диаметр при различных температурах теплоносителя

Внешний диаметр трубопровода, мм	120 °С		110 °С		100 °С		90 °С	
	Толщина изоляции, мм	Критический диаметр, мм	Толщина изоляции, мм	Критический диаметр, мм	Толщина изоляции, мм	Критический диаметр, мм	Толщина изоляции, мм	Критический диаметр, мм
10,2	5,4	9,9	5,3	9,9	5,2	9,8	5,1	9,8
13,5	5,1	10,7	5,0	10,6	4,9	10,5	4,8	10,5
17,0	5,0	11,3	4,9	11,2	4,8	11,1	4,7	11,1
21,3	5,0	11,9	4,8	11,9	4,7	11,8	4,7	11,8
26,8	5,0	12,7	4,9	12,6	4,8	12,5	4,7	12,5
33,5	5,0	13,4	4,9	13,3	4,8	13,2	4,7	13,2
42,3	5,1	14,2	5,0	14,1	4,9	14,0	4,8	14,0
48,0	5,2	14,6	5,1	14,5	5,0	14,4	4,9	14,4
60,0	5,4	15,5	5,2	15,4	5,1	15,3	5,0	15,2
75,5	5,6	16,4	5,4	16,3	5,3	16,2	5,2	16,1

Зависимость толщины изоляции от критического диаметра трубопровода в аналитическом виде будет выглядеть следующим образом:

$$\delta_{из} = 0,011 d_{кр}^4 - 0,0664 d_{кр}^3 + 1,47 d_{кр}^2 - 14,42 d_{кр} + 57,5 \quad (3)$$

В работе приведены зависимости толщины неэффективной изоляции от диаметра трубы и от критического диаметра изоляции, которые можно видеть на рис. 1 и 2 соответственно. Пользуясь полученными формулами (2), (3), можно определить приближенное значение толщины неэффективной изоляции для стальных труб.

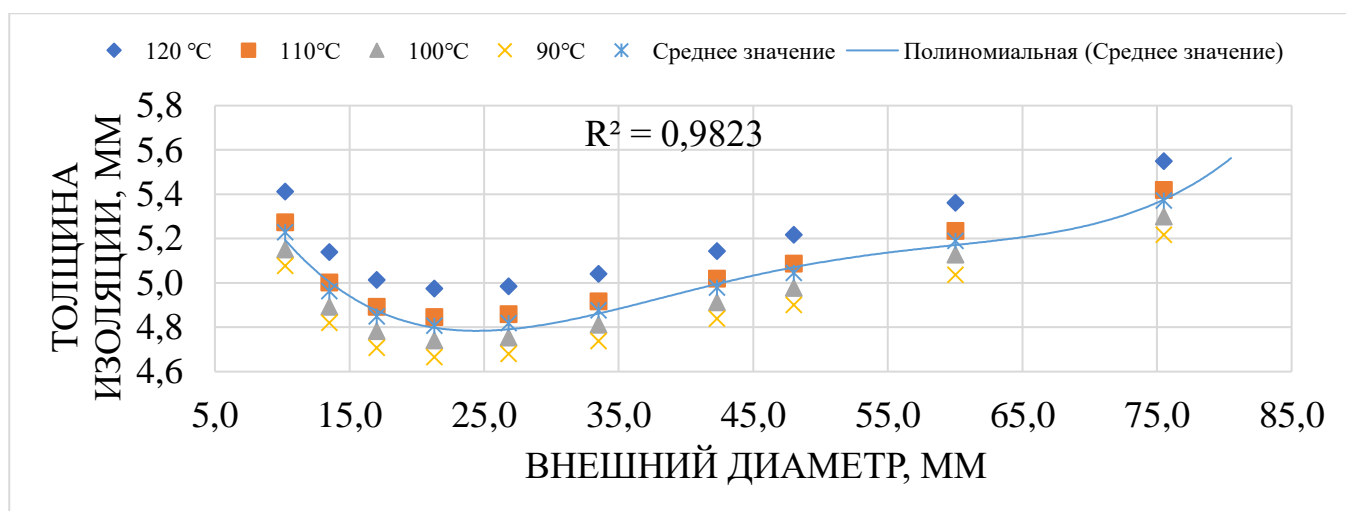


Рис. 1. Зависимость толщины изоляции от диаметра трубопровода при различных температурах теплоносителя

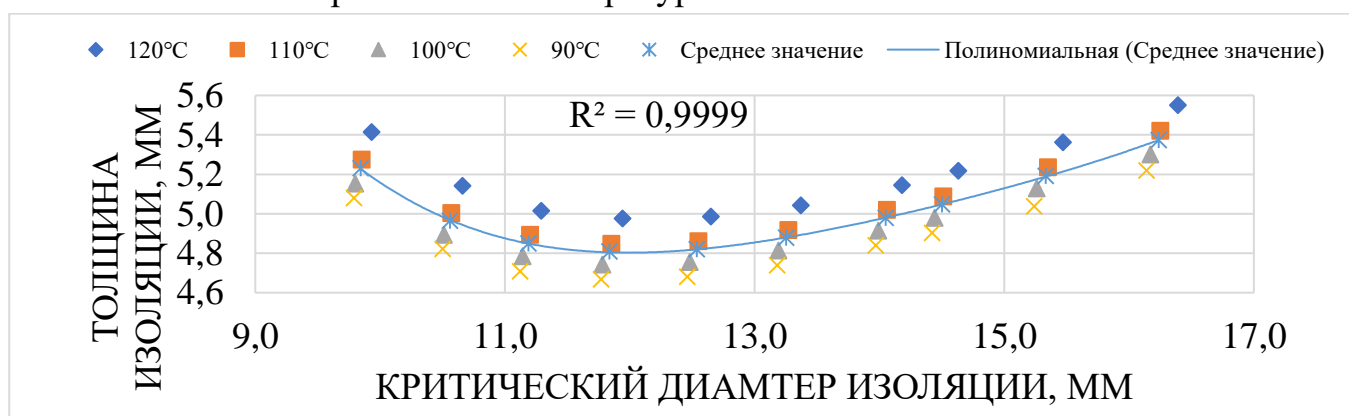


Рис. 2. Зависимость толщины изоляции от критического диаметра изоляции трубопровода при различных температурах теплоносителя

#### Список использованных источников

1. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gks.ru/dbscripts/cbsd/dbinet.cgi> (дата обращения: 21.11.2019)
2. Основные источники потерь в тепловых системах и способы их устранения [Электронный ресурс]. URL: <http://www.energsovet.ru/stat11p1.html> (дата обращения: 21.11.2019)
3. Коэффициенты теплопроводности материалов от производителя [Электронный ресурс]. URL: [http://ztim.ru/koefficient\\_teploprovodnosti\\_materialov](http://ztim.ru/koefficient_teploprovodnosti_materialov) (дата обращения: 21.11.2019)
4. ГОСТ 3262-75 Трубы стальные водогазопроводные. Технические условия (с изм. № 1, 2, 3, 4, 5, 6). Взамен ГОСТ 3262-62; введен 1977-01-01. М. : Стандартинформ, 2007. 7 с.
5. Теплопроводность труб из полипропилена, стали, ПВХ [Электронный ресурс]. URL: <https://agpipe.ru/articles/teploprovodnost-trub> (дата обращения: 21.11.2019)